

## 運動と頭脳明晰度との関係 (2)

運動中における選択反応時間の変動

(昭和48年3月31日 受理)

円 田 善 英\*

### I はじめに

大脳の興奮水準あるいは活動水準に関する研究は、すでに多くの研究が行なわれてきている<sup>2)3)4)</sup>。しかしこれらの研究は、主として中枢疲労について問題にしているために、大脳活動の機能低下という面に焦点があてられ、大脳活動の機能亢進という積極的方面についての研究は、必ずしも十分に進められているとはいえない現状である。

大脳活動の機能的な特性は、大脳皮質の興奮および抑制の両過程による相互作用によって、大脳の活動水準が保たれていることが知られている<sup>5)6)</sup>。

著者は第一報において、各種運動における頭脳明晰の程度を量的に示す一つの手懸りとして大脳の興奮水準に焦点をあてた。そしてこれをみるためにフリッカー値を指標としてとりあげ、運動の速度や運動の時間経過によって大脳の興奮水準がどのような影響を受けるものであるかを追究してきた<sup>1)</sup>。

その結果、歩行運動(50, 75, 100, 125 m/min)の速度が大になるにつれてフリッカー値は上昇の傾向を示し、毎分150mの走行運動において最もフリッカー値が上昇することが明らかとなった。しかしながら毎分225mの走行運動ではフリッカー値の低下が認められた。またこれらの運動中におけるフリッ

カ値は、運動の時間経過とともに上昇を示し、運動を60分間継続してもその傾向は変らなかった。

以上はフリッカー値を指標として大脳の活動水準をみてきた結果であるが、本実験では、大脳の活動水準の様子を間接的にとらえる目安(criterion)として今回は選択反応時間をとりあげた。

選択反応時間は、大脳における情報処理の弁別速度ないし、正確さを判定するものであり、大脳の活動水準は時間的に敏感に反映されるので、筋肉労作や運動による疲労は、この活動水準の低下、すなわち反応時間の延長として現われるとみられている。そこで本研究では、この選択反応時間を指標として採用することにしたのである。

実験は次のような2通りのものが行なわれた。

1) 30分間の歩行および歩行運動による選択反応時間の変化

2) 60分間の歩行および走行運動による選択反応時間の変化

### II 方法

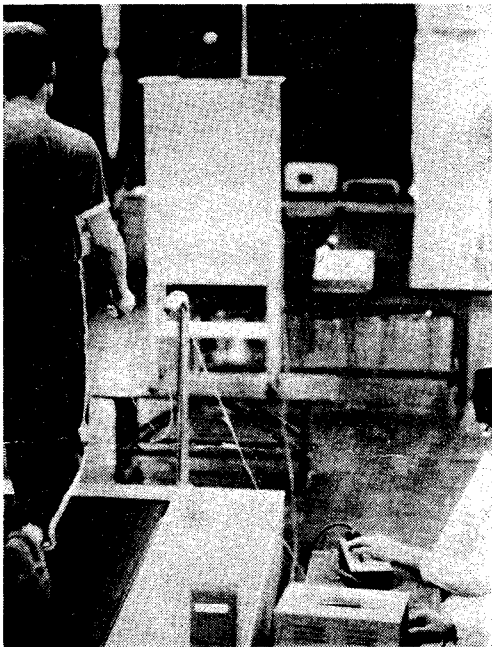
運動中の選択反応時間を測定するために著者は、光源の直径4.8cmの大きさの特別な刺激装置を製作してこれを用いた。

光刺激は、被験者の目の高さにおいて、3mの距離から与えた。光刺激の種類は、青、黄、赤の三色(100V, 20W)とし、そのう

\* 体育研究所および体育心理学研究室

ち黄色光についてのみ反応（スイッチを片手で握る）するようにあらかじめ約束しておいた。そしてこれら三色の光刺激は、無作為の順番で4～6秒おきに、一分間に平均12回与えられた。このうち黄色すなわち有効刺激は5回とし、一分間休憩して再び刺激が与えられるという様式で、運動の前、中、後を通して提示された。

運動は、すべて水平位のトレッドミル上で30分および60分間行なわせた。また運動の前と後における測定は、歩行動作および走行動作を行なった場所において、休息椅座位姿勢にて行ない、運動前の10分間と運動終了後15分まで測定を継続した。図1は運動中における選択反応時間の記録実験装置を示した。



実験は次の二シリーズにわかれている。

1) 30分間の歩行運動による選択反応時間の変化をみるために、毎分50m, 75m, 100m, 125mの速度で歩行させたが、それ以上の速度では歩行は困難となるために、毎分150m, 175m, 200m, 225mの速度での走行の運動負荷を与えた。

2) 60分間の歩行および走行運動による選択反応時間の変化をみるため、同じく毎分50m, 100mの速度での歩行を、また毎分150mの速度での走行の運動負荷を与えた。

30分間運動の実験は暗室にできる実験室で、1969年9月～10月、1970年9月～10月にわたって行なわれ、その被験者は下記の男子5名であった。（カッコ内数字は実験当時の年齢）。同一被験者において、それぞれ上記8種の異なる歩行および走行速度についての実験が行なわれ、各実験の時刻は14～18時の間であったので、同一人に8日を要した。また一人の被験者での実験を終了してから次の被験者へと移っていった。

1. H. M. (21才学生)
2. K. O. (21才学生)
3. S. I. (21才学生)
4. T. Y. (26才教員)
5. S. N. (21才学生)

60分間運動の実験は1973年2月中に上記と同様に行なわれたが、その被験者は下記の男子5名であった。

1. K. S. (22才学生)
2. K. O. (23才学生)
3. S. O. (20才学生)
4. T. O. (20才学生)
5. K. T. (24才教員)

このうちのK. O. は30分間運動でのK. O. と同一人である。

### III 結 果

1) 30分間の歩行および走行運動における選択反応時間の変化

被験者5名の実験成績のうち同様な傾向を示す者もあるので、以下に述べるごとく比較的典型的な3名の個人例を中心に報告する。

表1は被験者H. M. にそれぞれ50, 75, 100, 125m/minで歩行運動を、150, 175,

## 運動と頭脳明断度との関係 (2)

表1 被験者H, M. における歩行および走行動時のデータ, M. は5回測定値の平均, S. D. は標準偏差

歩・行				走				動			
50m/min				75m/min				100m/min			
時間経過(分)	M.	S. D.	群の平均と標準偏差	M.	S. D.	群の平均と標準偏差	M.	S. D.	群の平均と標準偏差	M.	S. D.
2	311	6639	287 2853	287 2853	282 1516	301 4511	260 1893	250 3030	241 3243	280	
4	297	6321	278 5368	278 5368	274 2226	292 5028	279 4197	315 4445	312 6804	272	
6	290	4769	249 793	281 2703	281 2703	293 2856	287 5809	269 5067	254 5280	271	
8	285	2357	289 4567	264 2250	264 2250	297 4104	298 4247	271 3864	303 6465	279	
10	346	3521	279 4365	276 1933	276 1933	288 3583	309 2540	286 3523	284 4060	279	
12		2192	M 1436		M 614	M 445	M 1672	M 2166	M 2742	M 387	
14	287	3673	276 4470	254 445	275 275	284 275	287 275	278 275	279 275	276 275	
16	M-282 (2076)	278 2579	M-271 (1616)	M-253 (786)	250 1704	M-282 2706 (662)	M-264 254 1134 (1300)	M-270 259 2073 (2308)	M-261 228 2688 (546)	M-267 261 (274)	
18	295	5656	269 2614	n=25 240 1158	265 265	280 2615	n=25 258 4213	n=25 249 1112	n=25 274 2901	n=25 272	
20	245	2189	265 4933	256 3703	273 2322	280 1411	274 2652	312 4696	263 3257	269	
22	262	4128	250 5119	272 2680	M-263 259 3521 (907)	M-281 281 2498 (880)	M-253 267 4388 (953)	M-266 283 3638 (1525)	M-262 255 3374 (1204)	M-273 263 (270)	
24	M-260 (689)	257 4148	239 1967	247 2794	n=25 272 330	n=25 268 2200	n=25 260 4574	n=25 284 1503	n=25 267 3050	n=25 278	
26	258	4493	n=25 247 256	242 2156	274 4431	272 1003	247 3894	256 2749	281 6300	292	
28	263	2938	242 3438	292 5847	M-277 280 1571 (1232)	M-274 287 2505 (1360)	M-255 268 3919 (1196)	M-244 242 2040 (1360)	M-252 267 3152 (2458)	M-270 264 (1444)	
30	M-255 (1146)	273 3538	236 1993	270 1991	n=25 273 4424	n=25 273 1739	n=25 258 3687	n=25 251 3990	n=25 226 3878	n=25 252	
32	247	1685	239 1652	262 3599	M 1416	M 1063	253 4264	236 2390	290 4928	272	
34	M 1860		M 1842		M 1416	M 1063	M 1262	M 2112	M 2030	M 1122	
36	266	n=75	259 275	265 275	279 275	279 275	257 275	260 275	259 275	270	
38	275	2587	254 3306	286 4915	331 1777	258 1312	253 4772	269 3709	298		
40	252	1663	242 5271	289 4350	306 3486	288 484	317 5593	294 2449	305		
42	279	5530	303 7768	318 2637	328 4235	269 5365	269 4119	303 5411	257		
44	254	1704	263 3150	314 4221	286 2298	291 4173	297 3842	258 2610	284		
46	332	5449	265 2579	300 3648	290 4496	303 2871	315 2971	257 2131	270		
48	268	4404	234 4146	279 1578	394 3102	279 1572	308 3421	288 4592	291		
50	274	1463	269 5408	313 2275	308 2004	291 1371	277 2383	302 3374	268		
52	M 2471		M 2065	M 1438	M 1605	M 1489	M 2299	M 1818	M 1612		
54	276	n=35	261 261	300 300	308 308	283 283	291 291	282 282	282 282	282 282	

225m/minについてはデータ不偏のため、平均値の平均と標準偏差を求めたものである。

( ) は標準偏差を示す

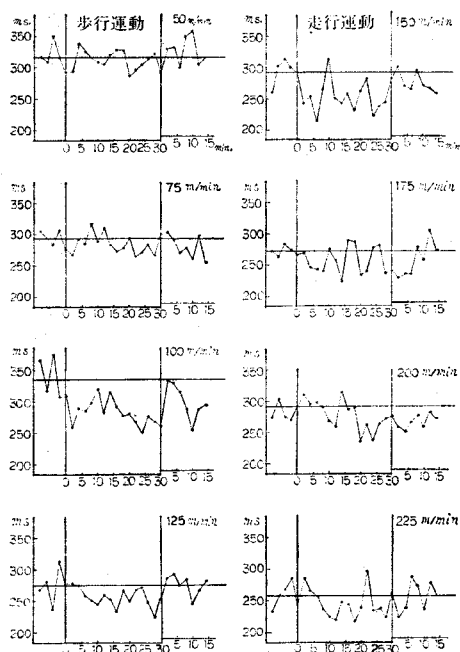


図2 被験者H.M.による歩行および走行運動中における選択反応時間の変化(図中の横線は運動前の安静時の平均値)

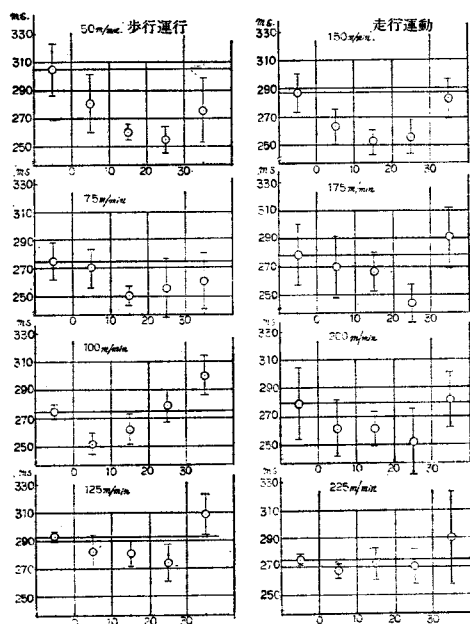


図3 被験者H.M.による歩行および走行運動中における選択反応時間の時間的経過(10分ごとの平均値と標準偏差を示す)

200, 225m/min で走行運動を行わせたとき、2分ごとに1分間内に得られた5個の測定値の平均値と標準偏差とを示したものであり、運動中は10分ごとの平均値および標準偏差をも示してある。

図2は表1の平均値の逐次的変化を図に示したものである。

図3では図2に示したものにつき、運動前、10分ごとに3区切りした運動中、そして運動後の平均値と標準偏差を示した。

表1に見られるように、50m/min においては歩行中、最初、中間、そして最後の10分間の平均値は、それぞれ282, 260, 255msであって、30分間の運動中の平均値は266msであり、運動前の安静時平均306msに比して40msの短縮を示した。運動後15分間の安静回復値は平均値276msであって運動後においてもまだ回復を示していない(図2をも参照)。

75m/min においては、運動の当初10分間はあまり変化を示さないが、続く10分間では平均250msであり、運動前の安静値平均276msに比して26msの短縮を示した(図3をも参照)。安静回復値は平均261msではあるが、その最終1分値平均は269msであり、ここに至る傾向からして安静15分間ではほぼ運動前値に戻ったといえる(図2をも参照)。

100m/min では、運動当初の10分間に平均でいうと運動前値とくらべて22msの短縮を示したが、その後の10分間はそれぞれ運動前値との差は13ms, -1msであり運動の時間的経過につれて選択反応時間が延長する傾向を示している(図2も参照)。運動後における安静回復値ではさらにこの傾向が続き、運動後15分の平均値にしてみても300msであって、運動前の安静値275msに比し明らかに増加の傾向がみられる。

125 m/min では、運動当初10分間では運動前の安静値にくらべて12msの短縮を示し、

## 運動と頭脳明晰度との関係 (2)

それに続く10分間では13 ms の短縮を、最後の10分間では20 ms の短縮を示し、時間的経過につれて短縮の著明になる傾向がみられることがわかる。運動後の15分間平均値においては、運動前の安静値平均に比して14 ms の増加を示した。

次いで走行運動における150m/min では、運動前の安静値平均 287 ms に比して、運動中では10分ごとの順に264, 253, 255ms, 運動中全体として平均 257 ms であり 30 ms の短縮を示し、これまでの歩行運動とくらべて一層の短縮を示した。しかし、回復過程ではおそくとも8分で運動前平均値に戻っていることがわかる。(図2参照)。

175m/min では運動の時間的経過につれて短縮の傾向を示し、最後の10分間では、244ms と運動前の安静値平均 278 ms に比して、34 ms も短縮を示した。運動後はおそくとも6分までにほぼ安静時水準に達している。

200m/min でも同様な傾向が見られ、最後の10分間平均では27 ms の短縮が認められた。またこの場合には運動後は直ちに運動前の安静値水準に戻っている。

225m/min では、運動中当初10分間の平均値では 9 ms の短縮を示したが、それに続く10分間ではそれぞれ 3 ms, 6 ms とほとんど短縮が見られず、2分ごとの1分平均値ではむしろ運動前の安静時水準を多少上下するといった傾向であった。また運動後でも安静値水準と差ありとは認められない(図2参照)。

以上被験者H. M.に見られた結果から全体としてその特徴をあげてみると、(1)運動中の反応時間は運動前のそれに比して短縮すること、(2)その短縮は歩行、走行とも低速度時においてむしろ著明であり(歩行 50m/min)、(走行150m/min)、(3)その場合時間の経過とともに短縮はいよいよ著明(50m/min 歩行では20~30分の間で、150m/min 走行では10~20分の間で最も著明)になる傾向が認めら

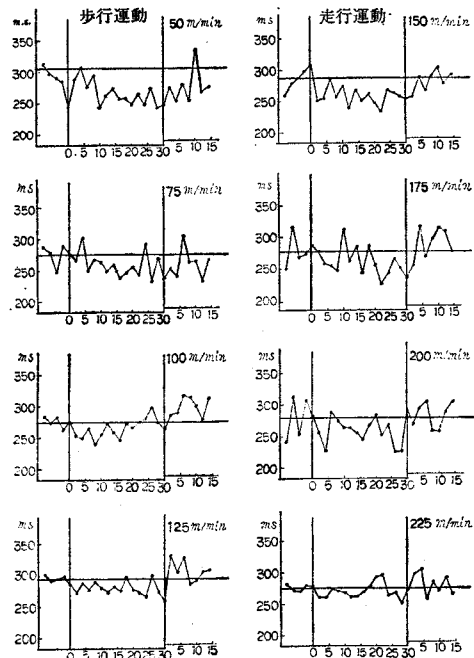


図4 被験者K. O. による歩行および走行中にける選択反応時間の変化(図中の横線は運動前の安静時の平均値)

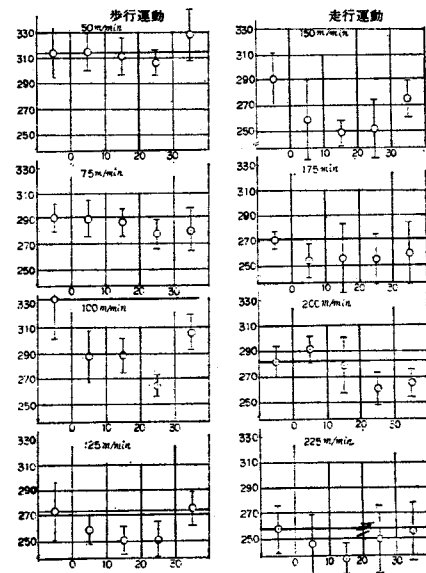


図5 被験者K. O. による歩行および走行運動中における選択反応時間の時間的経過(10分ごとの平均値と標準偏差を示す)

表2 被験者K, O. にあける30分間歩行および走行時データ, M. は5回測定値の平均, S. D. は標準偏差

速度 時間経過 (分)	歩 行			走 行			走 行			走 行			走 行			走 行			走 行					
	50 m/min			75 m/min			100 m/min			125 m/min			150 m/min			175 m/min			200 m/min			225 m/min		
	M.	S. D.	群の平均と標準偏差	M.	S. D.	群の平均と標準偏差	M.	S. D.	群の平均と標準偏差	M.	S. D.	群の平均と標準偏差	M.	S. D.	群の平均と標準偏差	M.	S. D.	群の平均と標準偏差	M.	S. D.	群の平均と標準偏差	M.	S. D.	群の平均と標準偏差
座 2	317	5639	304 4102	367	4097	269 3671	251 4401	273 6863	273 6407	273 6407	273 6407	273 6407	273 6407	273 6407	273 6407	273 6407	273 6407	273 6407	273 6407	273 6407	273 6407	273 6407	273 6407	
座 4	308	1726	294 2583	319 1611	286 3655	302 5676	302 5676	265 3393	302 5676	302 5676	302 5676	302 5676	302 5676	302 5676	302 5676	302 5676	302 5676	302 5676	302 5676	302 5676	302 5676	302 5676	302 5676	
座 6	350	4711	284 1572	374 2697	238 3460	313 4052	313 4052	283 3683	313 4052	313 4052	313 4052	313 4052	313 4052	313 4052	313 4052	313 4052	313 4052	313 4052	313 4052	313 4052	313 4052	313 4052	313 4052	
座 8	313	2447	305 3034	307 3044	312 6205	312 6205	312 6205	274 6230	312 6205	312 6205	312 6205	312 6205	312 6205	312 6205	312 6205	312 6205	312 6205	312 6205	312 6205	312 6205	312 6205	312 6205	312 6205	
座 10	291	5353	275 1819	308 4892	277 4327	291 2354	291 2354	257 4487	291 2354	291 2354	291 2354	291 2354	291 2354	291 2354	291 2354	291 2354	291 2354	291 2354	291 2354	291 2354	291 2354	291 2354	291 2354	
座 12	M	1926	M	1157	M	2368	M	2368	M	2368	M	2368	M	2368	M	2368	M	2368	M	2368	M	2368	M	
座 14	316	n=25	292 n=25	305 n=25	275 n=25	275 n=25	275 n=25	275 n=25	275 n=25	275 n=25	275 n=25	275 n=25	275 n=25	275 n=25	275 n=25	275 n=25	275 n=25	275 n=25	275 n=25	275 n=25	275 n=25	275 n=25	275 n=25	
座 16	293	2173	268 2117	259 2741	277 5803	243 5442	243 5442	270 6100	243 5442	243 5442	243 5442	243 5442	243 5442	243 5442	243 5442	243 5442	243 5442	243 5442	243 5442	243 5442	243 5442	243 5442	243 5442	
座 18	M=316	338 7852	M=290	292 4251	M=289	289 6227	M=289	289 6227	M=289	289 6227	M=289	289 6227	M=289	289 6227	M=289	289 6227	M=289	289 6227	M=289	289 6227	M=289	289 6227	M=289	
座 20	6 (1522)	325 5069	(1575)	285 3583	(2003)	285 4812	(1288)	257 3357	(3182)	216 3362	(1434)	243 3078	(1343)	298 3853	(2300)	257	(1343)	298 3853	(2300)	257	(1343)	298 3853	(2300)	
座 22	n=25	315 2581	n=25	317 4434	n=25	298 4710	n=25	251 2695	n=25	263 3418	n=25	241 4081	n=25	290 4229	n=25	235	n=25	290 4229	n=25	235	n=25	290 4229	n=25	
座 24	308	2207	289 4914	320 4435	244 3872	313 2188	313 2188	275 2952	313 2188	313 2188	313 2188	313 2188	313 2188	313 2188	313 2188	313 2188	313 2188	313 2188	313 2188	313 2188	313 2188	313 2188	313 2188	
座 26	304	2263	309 4228	280 1379	259 1740	250 5781	250 5781	258 6021	250 5781	250 5781	250 5781	250 5781	250 5781	250 5781	250 5781	250 5781	250 5781	250 5781	250 5781	250 5781	250 5781	250 5781	250 5781	
座 28	320	4109	M=287	282 3589	M=289	315 3863	M=289	315 3863	M=289	315 3863	M=289	315 3863	M=289	315 3863	M=289	315 3863	M=289	315 3863	M=289	315 3863	M=289	315 3863	M=289	
座 30	327	4302	(1282)	273 1798	(1376)	282 5178	(1105)	233 2083	(1065)	257 5212	(2711)	290 2576	(2370)	287 4284	(1144)	243	(2370)	287 4284	(1144)	243	(2370)	287 4284	(1144)	
座 32	326	4507	n=25	278 831	n=25	279 3351	n=25	266 4380	n=25	261 5103	n=25	235 4243	n=25	289 3199	n=25	216	n=25	289 3199	n=25	216	n=25	289 3199	n=25	
座 34	286	2914	293 2450	280 3297	250 3756	261 5103	261 5103	235 4243	261 5103	261 5103	261 5103	261 5103	261 5103	261 5103	261 5103	261 5103	261 5103	261 5103	261 5103	261 5103	261 5103	261 5103	261 5103	
座 36	296	1305	264 3759	268 3675	269 3037	281 3291	281 3291	240 2154	269 3037	269 3037	269 3037	269 3037	269 3037	269 3037	269 3037	269 3037	269 3037	269 3037	269 3037	269 3037	269 3037	269 3037	269 3037	
座 38	M=306	303 1950	M=277	271 5828	M=265	250 4916	M=265	250 4916	M=265	250 4916	M=265	250 4916	M=265	250 4916	M=265	250 4916	M=265	250 4916	M=265	250 4916	M=265	250 4916	M=265	
座 40	(1141)	313 1867	(1310)	283 2088	(917)	278 716	(1641)	247 3193	(2377)	237 2322	(1974)	281 4534	(1323)	263 4089	(2662)	236	(1323)	263 4089	(2662)	236	(1323)	263 4089	(2662)	
座 42	n=25	321 3154	n=25	267 5858	n=25	268 3820	n=25	226 1710	n=25	243 3622	n=25	237 3756	n=25	271 2785	n=25	223	n=25	271 2785	n=25	223	n=25	271 2785	n=25	
座 44	292	3896	300 3280	282 3115	252 2167	281 5423	281 5423	241 4495	252 2167	252 2167	252 2167	252 2167	252 2167	252 2167	252 2167	252 2167	252 2167	252 2167	252 2167	252 2167	252 2167	252 2167	252 2167	
座 46	M	1470	M	1508	M	1873	M	1410	M	1410	M	1410	M	1410	M	1410	M	1410	M	1410	M	1410	M	
座 48	311	n=75	285 n=75	281 n=75	255 n=75	253 n=75	253 n=75	256 n=75	255 n=75	255 n=75	255 n=75	255 n=75	255 n=75	255 n=75	255 n=75	255 n=75	255 n=75	255 n=75	255 n=75	255 n=75	255 n=75	255 n=75	255 n=75	
座 50	330	2861	303 4241	331 3670	286 3122	300 3655	300 3655	230 3646	286 3122	286 3122	286 3122	286 3122	286 3122	286 3122	286 3122	286 3122	286 3122	286 3122	286 3122	286 3122	286 3122	286 3122	286 3122	
座 52	332	5674	290 2502	330 5360	293 2616	270 3852	270 3852	236 5334	293 2616	293 2616	293 2616	293 2616	293 2616	293 2616	293 2616	293 2616	293 2616	293 2616	293 2616	293 2616	293 2616	293 2616	293 2616	
座 54	300	1702	270 2902	316 3247	276 2305	263 5329	263 5329	279 3202	316 3247	316 3247	316 3247	316 3247	316 3247	316 3247	316 3247	316 3247	316 3247	316 3247	316 3247	316 3247	316 3247	316 3247	316 3247	
座 56	350	4361	279 3452	288 3979	281 4329	296 3361	296 3361	258 3787	288 3979	288 3979	288 3979	288 3979	288 3979	288 3979	288 3979	288 3979	288 3979	288 3979	288 3979	288 3979	288 3979	288 3979	288 3979	
座 58	358	6959	261 4614	282 4122	245 1103	271 5399	271 5399	305 3998	261 4614	261 4614	261 4614	261 4614	261 4614	261 4614	261 4614	261 4614	261 4614	261 4614	261 4614	261 4614	261 4614	261 4614	261 4614	
座 60	306	5114	298 7424	288 6627	268 5576	267 4813	267 4813	274 3524	288 6627	288 6627	288 6627	288 6627	288 6627	288 6627	288 6627	288 6627	288 6627	288 6627	288 6627	288 6627	288 6627	288 6627	288 6627	
座 62	315	3850	255 1784	294 4171	280 2612	259 5800	259 5800	274 3524	294 4171	294 4171	294 4171	294 4171	294 4171	294 4171	294 4171	294 4171	294 4171	294 4171	294 4171	294 4171	294 4171	294 4171	294 4171	
座 64	M	5836	M	1671	M	1438	M	1438	M	1438	M	1438	M	1438	M	1438	M	1438	M	1438	M	1438	M	
座 66	327	n=35	280 n=35	300 n=35	276 n=35	275 n=35	275 n=35	260 n=35	276 n=35	276 n=35	276 n=35	276 n=35	276 n=35	276 n=35	276 n=35	276 n=35	276 n=35	276 n=35	276 n=35	276 n=35	276 n=35	276 n=35	276 n=35	
座 68	M	2304	M	1089	M	1089	M	1089	M	1089	M	1089	M	1089	M	1089	M	1089	M	1089	M	1089	M	
座 70	256	n=35	256 n=35	256 n=35	256 n=35	256 n=35	256 n=35	256 n=35	256 n=35	256 n=35	256 n=35	256 n=35	256 n=35	256 n=35	256 n=35	256 n=35	256 n=35	256 n=35	256 n=35	256 n=35	256 n=35	256 n=35	256 n=35	

225m/minについては、データ1個のため、平均値の平均と標準偏差を求めたものである。

( ) は標準偏差を示す

れるが(4)速度が大だと運動当初から短縮のかたちとなり(歩行100m/min, 走行200m/min), (5)最高速度では短縮は著明でなくなることも(歩行125m/min, 走行225m/min), である。運動後の安静回復時においては, 運動終末時にも比較的著明に短縮を示した50m/min 歩行の場合15分間ではまだ運動前値に戻らなかったが, 他はおよそ8分以内には戻っており, さらに運動前値を越えた延長の傾向を示すもの(100m/min 走行)もあった。

第2に, 被験者K. O. についての結果を述べる。表2がその成績であり, 図4, 図5はそれを前同様図示したものである。

表2を見てもわかるように, 歩行運動の50m/min では運動前平均値316ms, 313msと減少は認め難いが, 最後の10分間の平均値は306msであって運動前の安静値に比し, 10msの短縮を示した。安静回復値は当初から330msであり, 1分間の平均327msであって, 運動後においては運動前の安静時水準に達している。

75m/min では同様の傾向がやや著明であり運動中最後の10分間の平均値は15ms短縮を示した。運動後は当初安静時水準に達したかに見えるが, その後の傾向としてはむしろ短縮に向っている。

100m/min では, 運動当初ならびに中間の10分間には運動前値に比し, とともに46msと当初より著明な短縮を示し, 最後の10分間平均では運動前の安静値平均335msに比し70msも短縮を示した。安静回復値は当初やはり運動前値に戻ったかに見えるが短縮のまま停滞の傾向にとどまっており, 15分間の平均値は300msであった。

125m/min ではやはり前同様に経過しており, 運動前値に対する短縮は10分ごとの平均値において順に14, 23, 22msであった。運動後においては, 当初からすでに安静水準に達しているといつてよい(図4参照)。

走行運動の150m/min では, 運動当初より著明な短縮を示し, 運動前の安静値平均291msに比し, 運動中の10分ごとの平均値は順に258, 248, 253msと33, 43, 38ms(30分間平均38ms)もの短縮を示した。安静回復時には当初運動前値に戻ったかに見えるが, その後の傾向としては必ずしも戻ったとはいえない(図4)。

175m/min では運動前値に対する短縮は, 10分ごと順に17, 13, 17msであって, 150m/minの場合ほど著明ではないが, ほぼ同様な傾向であり, 運動後の経過では8~10分で運動前値に戻った。

200m/min では運動当初の10分間で, これまでとは逆に10msの延長を示したが, その後は10分ごとに平均5ms, 20msとともに短縮の傾向がみられた。運動後は15分を経過しても運動前値に戻ったとはいえない。

225m/min では運動当初10分間, それに続く中間の10分間ではそれぞれ12ms, 23msの短縮がみられるが, 最後の10分間では, 1個の延長値の存在のため平均値での短縮を示す結果になった。運動後ではほぼ6分で運動前値に戻ったといえる。

以上被験者K. O. における歩行および走行運動による選択反応時間の変化についての結果をここにまとめて述べてみると, (1)運動中の反応時間は安静時水準に比して短縮を示すこと(これは先に述べた被験者H. M.と同様), (2)その短縮は, 歩行では低速度で著明でなく100m/minで最も著明であり, 走行では低速度つまり150m/minで最も著明(この点もH. M.の場合と同様)なこと, (3)その場合時間の経過とともに短縮はいよいよ著明(100m/min, 歩行では20~30分で, 150m/min 走行では10~20分で最も著明, この点もH. M.の場合と同様)になる傾向の認められること, (4)速度が大だと運動当初から短縮の現われるのは歩行の場合だけ(H. M.の

場合と同様)であり、走行200m/min では逆に当初延長を来たしたことが、(5)最高速度(歩行125m/min, 走行225m/min)でもH.M.の場合におけるよりはやや明瞭な短縮が認められることである。運動後の安静回復時においては、やはり運動終末時に比較的著明な短縮にとどまった100m/min 歩行, 150m/min および225m/min の走行の場合、15分間ではまだ運動前値に戻らなかった。運動前値を越えて延長の傾向を示すものは見当たらない。またここで注目されるのは、比較的運動負荷の大きい225m/min の走行運動を行う前の安静値平均の絶対値が257 ms と他の運動前の値より小さくなっていることである。

運動後では、15分までに運動前の安静時水準に回復したのは、50, 125, 175, 225m/min であり、75, 100, 150, 200m/min においてははるかに低い値にとどまっている。(図4, 5参照)。

第3に被験者S. I. についての結果を述べる。表3はS. I. についてのデータであり、図6, 図7はこれを図示したものである。被験者S. I. は225m/min の走行運動の途中でオールアウトになった例であり、被験者T. Y. もそうであった。代表的なものとして被験者S. I. について述べる。

50m/min の歩行においては、運動前平均値308ms に対し、初めの10分間では平均309 ms とほとんど変わらず、次の10分間では比較的著明な動揺を示しつつも平均267ms と、41 ms もの短縮を示したが、終りの10分間では平均281ms と27ms の短縮を示した(表3)。運動後は4, 6, 8分において運動前値を上廻って延長傾向を示したが、また短縮側へずれ、結局15分以内には戻ったといえる(図6)。

75m/min の歩行においては、運動前平均値292 ms に対し、初めの10分平均287 ms とやはりほとんど変わらず、次の10分間では平均263 ms と29 ms の短縮を示したが、終りの

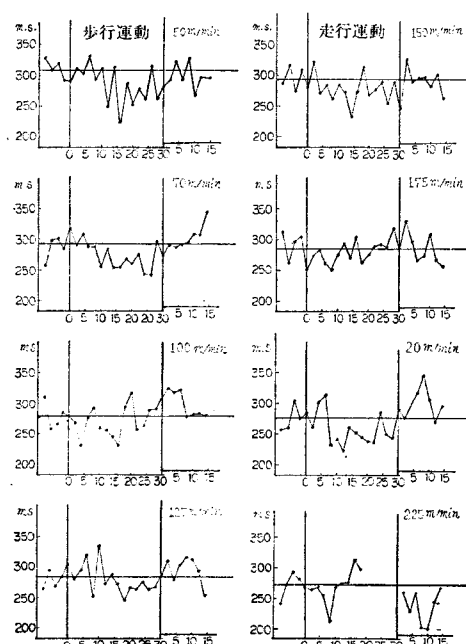


図6 被験者S. I. による歩行および走行運動における選択反応時間の変化(図中横線は運動前安静時の平均値)

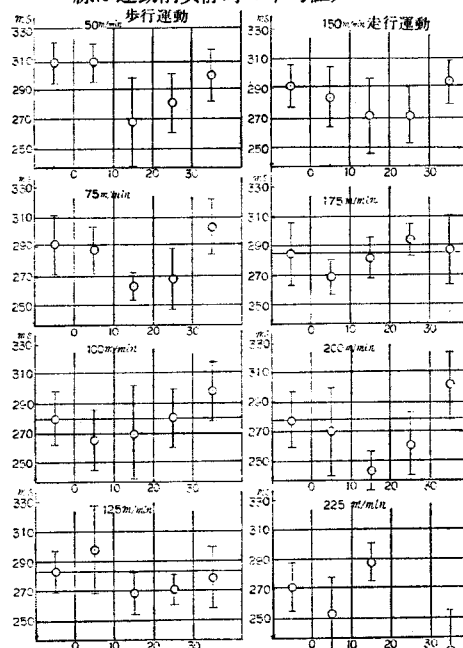


図7 被験者S. I. による歩行および走行運動における選択反応時間の時間的経過(10分ごとの平均と標準偏差を示す)



## 運動と頭脳明晰度との関係 (2)

表3 被験者S. I. における30分間歩行および走行時のデータ、M. は5回測定値の平均、S. D. は標準偏差

速度 時間 経過 (分)	歩			行			走			動		
	50 m/min			75 m/min			100 m/min			125 m/min		
	M.	S. D.	群の平均と 標準偏差	M.	S. D.	群の平均と 標準偏差	M.	S. D.	群の平均と 標準偏差	M.	S. D.	群の平均と 標準偏差
2	329	1714	258 2937	258 2937	310 3300	265 1882	289 3567	311 4183	257 2756	257 2756	257 2756	242
4	309	2796	299 4162	299 4162	258 4246	296 2495	315 1962	263 3302	261 6522	261 6522	261 6522	271
6	319	7774	300 4098	300 4098	265 5005	270 5087	274 5087	297 1946	303 4889	303 4889	303 4889	292
8	292	5474	284 4797	284 4797	283 5483	284 2947	307 3696	303 5470	276 2631	276 2631	276 2631	281
10	291	5873	318 5995	278 3140	318 5995	304 5630	281 3993	251	288 4686	288 4686	288 4686	269
安静												
2	308	n=25	M 1489	M 2004	M 1797	M 1484	M 1530	M 2360	M 1705	M 1705	M 1705	M
4	311	3110	291 4392	291 4392	269 1102	281 6587	321 2184	273 5883	262 698	262 698	262 698	264
6	M=309	302 2431	M=287	308 4675	M=297	295	M=284	271 5169	M=270	301 2170	M=253	268
8	(1260)	331 5063	(1688)	289 4832	(2031)	276 4030	(2011)	284 6835	(1091)	261 2239	(3143)	253
10	n=25	293 5819	n=25	289 6320	n=25	252 5872	n=25	262 4800	n=25	235 1651	n=25	211
12	310	6572	256 3171	260 4550	335 6408	273 4765	272 4452	293 5135	222 1219	222 1219	222 1219	274
14	M=267	314 2088	M=263	252 4196	M=269	245 3459	M=269	232 5002	M=243	260 3341	M=289	274
16	(3080)	225 4322	(1127)	254 3477	(3230)	231 5247	(2533)	274 2406	(1460)	303 1275	(1275)	311
18	n=25	287 3897	n=25	268 4084	n=25	294 4087	n=25	312 6700	n=25	245 3504	n=23	296
20	253	5447	260 4689	318 4499	266 3325	270 4045	277 4916	289 3897	238 3097	238 3097	238 3097	—
22	278	4520	276 5296	257 6317	264 2775	M=271	275 2773	M=295	291 4357	M=261	285 6572	—
24	M=281	262 4537	M=267	243 2751	M=281	262 2393	M=271	288 3685	M=295	291 4357	M=261	285 6572
26	(1977)	316 3725	(2141)	242 1902	(1931)	289 4494	(1768)	254 1525	(1231)	288 3032	(2170)	250 5029
28	n=25	263 3174	n=25	298 2523	n=25	290 2211	n=25	268 2285	n=25	319 1090	n=25	244 2944
30	281	6054	274 2834	309 3822	287 4249	M 2297	M 2215	M 1666	290 4183	290 4183	290 4183	—
運動												
2	285	n=75	272	272	279	275	276	n=75	281	n=75	255	n=75
4	291	5747	291 6800	325 3782	310 2660	326 5418	328 8092	328 8092	278 4381	278 4381	278 4381	260
6	322	—	288 4627	319 7064	280 4685	290 5503	299 4474	299 4474	297 4379	297 4379	297 4379	229
8	290	6234	290 4228	322 6062	303 3875	296 4507	268 4412	268 4412	318 2371	318 2371	318 2371	259
10	327	3468	294 6563	279 3648	317 1367	298 3889	273 2561	273 2561	347 5385	347 5385	347 5385	203
12	267	4385	309 6937	281 4436	313 6498	282 4964	307 4495	307 4495	308 3169	308 3169	308 3169	200
14	297	4751	308 5174	282 3042	293 4671	301 1766	269 2361	269 2361	271 3140	271 3140	271 3140	242
回復												
2	296	2656	344 6823	280 5920	253 2342	263 4291	257 2777	257 2777	296 2822	296 2822	296 2822	267
4	M 1852	n=35	M 1858	M 2062	M 2100	M 1778	M 1778	M 2390	M 2365	M 2365	M 2365	2543
6	299	—	303	298	296	294	294	286	302	302	302	n=35

225m/minについては、データ不足のため、平均値の平均と標準偏差を求めたものである。

( ) は標準偏差を示す

10分間では平均 267 ms と短縮は 25 ms に減った (表 3)。つまり 50m/min 歩行の傾向は同様だが、短縮の度は減弱している。運動後は直ちに運動前値に戻り、10分頃から延長の傾向にある (図 6)。

100m/min の歩行においては、運動前平均値 279 ms に対し、初めの 10 分間では平均 265 ms と 14 ms の短縮があるが、次の 10 分間では平均 269 ms と短縮はむしろ減り、さらに最後の 10 分間では平均 271 ms と短縮は 8 ms にも減ってきている (表 3)。つまり全体として前の二つの場合に比べて、短縮の度はいよいよ減弱し、その代わり、減弱の比較的強いのが運動の当初に出現しているのである。そのような傾向のためか、運動後の状態としては、当初すでに運動前値を上回って延長し、8 分後に大体前値へ戻って落着いている (図 6)。

125m/min の歩行においては、運動中短縮はあるにしてもきわめて僅か (平均値において 5 ms, 表 3) であり、運動後は直後から運動前値を上回って経過している (図 6)。これらの点は第 1 に述べた被験者 H. M. の場合に酷似している。

次いで走行運動にあっては、150m/min の速度において、運動前平均値 293 ms に対し運動中 10 分ごとの平均値は順に 284, 272, 271 ms とそれぞれ 9, 21, 22 ms の短縮を示している (表 3)。運動後は、直後オーバーシュートがあってから運動前値 293 ms に近く落着いている (図 6)。すなわち、運動中の短縮の程度は少ないにしても、前 2 例とその形は同一だといってよい。

175m/min の走行においては、運動中の短縮は、10 分ごと順に 17, 4, -10 ms であって著明ではなく、最後の 10 分間平均では逆に延長している (表 3)。この運動当初に比較的短縮が著明な点は第 2 例 K. O. の場合にやや似ており、第 1 例 H. M. の場合とは逆である。運動後は、運動中での延長がやや持続す

るが、6 分以後には運動前値に戻っている。

200m/min の走行においては、運動前平均値 277 ms に対し、10 分ごとの短縮は順に、34, 16 ms であり (表 3)、中間の 10 分間で最大であるが、この点は前 2 例ともに似ていない。運動後は 6, 8 分でオーバーシュートが見られるが、以後運動前値に落着いている (図 6)。

最後に 225m/min の走行においては、運動前値 271 ms に対し、初めの 10 分間平均値では 253 ms と 18 ms の短縮があるが、この中には 8 分目の 211 ms といった極めて著明な低値が含まれているからである (表 3)。仮りにこれを除けば、平均 263 ms となり、短縮は 8 ms に過ぎず、意味ある短縮とはいえない。12, 14 分時点ではともに 274 ms と運動前値平均と大差なく経過したが、16, 18 分時点ではそれぞれ 311, 296 ms と増し運動開始 20 分時点で運動継続不能となった。したがって測定を中止し、10 分経過後 (運動を含めて通算 30 分後)、他の場合同様回復時の測定を行なったが、その結果は図 6 に見るごとく短縮があり、15 分後でも真に運動前値に戻ったとは判定し難い (図 6)。

以上被験者 S. I. に見られた結果をまとめてみると、(1) 前 2 例同様、運動中の反応時間は運動前のそれに比して短縮すること、(2) その短縮は、歩行においてやはり低速度においてより著明であり、走行においてもその傾向があるかには見えなかった、200m/min において 10 ~ 20 分時点で著明な短縮がみられたがその後は一貫しなかった。(3) 低速度の場合、時間の経過とともに短縮がいよいよ著明になるとはいえず、むしろ 20 ~ 30 分時点で短縮は最大になること、(4) 速度が大だと運動の当初から短縮のかたちのあること (歩行 100m/min, 走行 175m/min, 200m/min はこの場合上述のごとく例外的に扱うべきだろう)、(5) 最高速度では短縮は著明でなくなり、継続不能とな

った225m/min 走行ではオールアウト直前に延長値の認められたこと（同じく運動継続不能となったT. Y. ではこの点認められない表4），である。

以上3被験者のほかに2名の場合をも合せて、各種運動速度における30分間の歩行および走行運動中の選択反応時間につき、その安静時の平均水準を0とした場合の相対値すなわち〔運動中値の平均値－安静時の平均値〕±〔運動中値の標準偏差〕により5名の被験者についての運動強度による個人別パターンの異同を示したものが図8である。

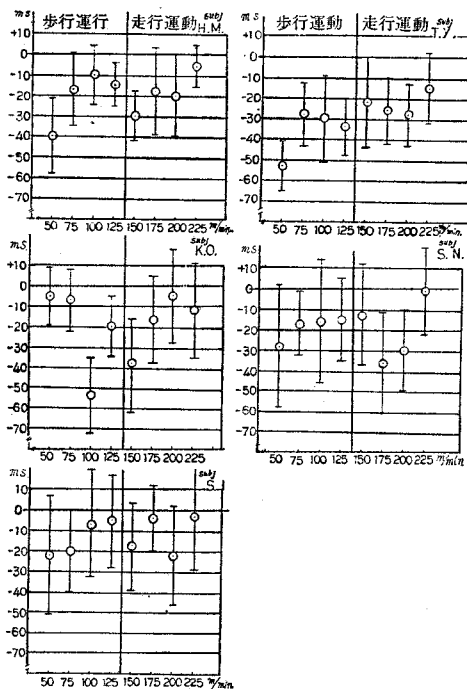


図8 30分運動における各種運動速度（横軸 m/min）と選択反応時間（縦軸 ms）の関係（安静時の値を基準にしての短縮を負値で示す）

図からも明らかなように、被験者H. M. では歩行運動の50m/minで最も著明な短縮を示した。しかし既述のごとく50m/min以上の歩行運動では速度の増大につれて、運動中の短縮は弱まる傾向がある。走行運動でも、

150m/minにおいて最も短縮を示し、それ以上の速度においては、歩行運動の場合と同じく速度の増大につれてその短縮の傾向は弱められ、225m/minでは短縮は認められなかった。

被験者K. O. では図8のごとく歩行運動では100m/minで短縮が最も著明であったが、走行運動では先の被験者と同様に最も短縮を示し、150m/min以上の走行運動では速度の増大につれて運動中の短縮は弱められた。

被験者S. I. では、歩行運動の50m/minでは23ms、75m/minでは20msの短縮を示したが、100、125m/minでは短縮は極めて僅かである。走行運動では200m/minの場合が既述のごとくいわば例外的とも見るならば、150m/minで比較的最大の短縮を示す点が前2例と同一パターンだといえる。

被験者T. Y. についてのデータは表4、に示したごとくであるが図8を見てもわかるように、歩行運動の50m/minでは著明な短縮を示し、運動前の安静値平均水準に比して50msの短縮を示しこれ以上の歩行速度でも-30ms前後を多少上下する程度であり、この点前三者に見られたよりも著明な短縮を示すが、強度パターンとしてはH. M. やS. I. の場合に似ている。走行運動でも短縮は著明であり、150m/minで最も著明だとはいえないが、H. M. で見られたパターンに大差ありとは思えない。

被験者S. N. についての詳しいデータは表5に示したごとくであるが、その歩行運動では50m/minで28msの最大の短縮を示し、それ以上の速度では-15ms前後を多少上下する程度であるが、パターンとしてはH. M. やS. I. で見られたものに似ている。走行運動では、175m/minで36msと最も著明な短縮を示し150m/minではそれほど著明でない点が他と異なるといえ、むしろ前のT. Y. のパターンが誇張されたといえなくもない。

表4 被験者T. Y. における30分間歩行および英行時のデータ、M. は5回測定値の平均、S. D. は標準偏差

速度	歩			行			走			動			走			動		
	50m/min	75m/min	100m/min	125m/min	150m/min	175m/min	200m/min	225m/min	50m/min	75m/min	100m/min	125m/min	150m/min	175m/min	200m/min	225m/min		
時間経過(分)	M.	S. D.	M.	S. D.	M.	S. D.	M.	S. D.	M.	S. D.	M.	S. D.	M.	S. D.	M.	S. D.		
2	337	73.04	294	93.21	308	43.97	313	56.92	300	55.52	299	21.81	314	52.46	288	—		
4	386	49.41	248	40.76	256	62.90	286	65.96	277	55.13	279	69.12	281	50.39	259	—		
6	319	63.89	300	85.07	289	76.07	317	84.19	307	42.18	300	31.82	267	53.28	246	—		
8	294	84.03	237	21.21	330	31.86	315	49.04	253	38.52	317	18.60	266	31.11	252	—		
10	312	35.50	280	78.88	277	42.38	289	47.31	275	34.87	294	12.46	260	47.34	306	—		
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
14	279	59.48	244	38.03	238	32.64	278	40.42	273	73.08	297	59.24	267	29.32	220	—		
16	270	69.07	235	35.28	237	18.78	249	56.35	247	26.51	289	20.32	248	32.86	262	—		
18	243	55.70	214	13.68	257	56.57	271	40.02	250	34.02	296	82.61	254	21.21	237	—		
20	248	28.36	251	54.12	273	62.22	270	34.51	n=25	281	72.48	n=25	273	30.57	n=25	268		
22	249	38.47	245	62.34	273	69.19	257	25.83	238	31.17	298	48.72	244	28.77	212	—		
24	257	37.34	261	—	314	43.57	296	48.94	300	37.30	265	62.32	286	41.92	256	—		
26	254	24.7	238	58.94	235	20.30	275	66.71	266	33.72	270	33.19	267	59.32	241	—		
28	263	36.50	214	20.39	268	46.88	288	51.94	255	31.03	280	20.36	261	34.78	233	—		
30	257	42.14	259	48.77	281	56.70	268	35.04	218	20.30	258	21.56	245	53.53	252	—		
32	288	53.48	253	—	282	77.97	275	31.10	253	40.44	276	26.10	238	22.06	—	—		
34	257	25.5	278	42.91	272	48.05	282	33.35	251	36.74	266	22.96	262	54.20	—	—		
36	251	45.07	239	34.88	268	18.63	280	22.39	294	50.08	258	40.72	236	30.24	—	—		
38	241	14.77	233	25.62	252	33.68	n=25	236	28.19	n=25	239	25.00	n=25	251	28.62	—		
40	251	44.26	261	65.38	261	40.53	269	35.34	286	54.93	271	36.02	261	35.34	—	—		
42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
44	256	n=75	244	n=75	263	n=75	270	n=75	260	n=75	272	n=75	250	n=75	243	n=5		
46	273	67.24	287	68.20	280	36.31	263	35.19	284	58.60	287	43.61	287	57.99	—	—		
48	263	55.96	262	47.86	243	18.87	266	46.70	257	14.43	260	43.25	283	39.04	—	—		
50	255	48.11	301	53.36	263	44.27	288	25.00	287	20.60	312	85.65	277	21.78	—	—		
52	245	21.25	261	34.24	230	17.55	255	20.78	293	55.72	338	67.10	270	31.70	—	—		
54	233	14.88	297	66.64	304	54.16	292	28.18	317	77.05	280	31.37	287	39.96	—	—		
56	271	40.20	258	28.07	315	53.36	277	40.85	328	59.00	269	21.54	255	44.59	—	—		
58	275	42.20	296	57.12	274	31.66	258	34.00	348	71.42	285	44.08	285	43.91	—	—		
60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
62	259	14.64	280	17.60	270	28.47	271	13.52	301	27.34	279	n=35	287	n=35	—	—		
64	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

225m/minについては、データ不備のため、平均値の算出と標準偏差を求めたものである。

( ) は標準偏差を示す

## 運動と頭脳明晰度との関係 (2)

表5 被験者S, N. における30分間歩行および走行時のデータ, M. は5回測定値の平均, S. D. は標準偏差

速度 時間 距離 (分)	歩			行			走			走			走			走										
	50 m/min	M.	S. D.	75 m/min	M.	S. D.	100 m/min	M.	S. D.	125 m/min	M.	S. D.	150 m/min	M.	S. D.	175 m/min	M.	S. D.	200 m/min	M.	S. D.	225 m/min	M.	S. D.		
座 位 安 静	2	339	7622	325	7079	317	1900	298	6508	236	3726	289	4421	314	5513	276	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	4	287	4477	290	9002	300	—	281	6601	304	6897	330	6773	324	1430	347	—	—	—	—	—	—	—	—		
	6	331	—	297	6804	300	6000	212	1314	260	3899	288	7710	274	5835	270	—	—	—	—	—	—	—	—		
	8	303	1804	293	6261	271	2811	325	9348	256	6201	308	3952	307	6196	292	—	—	—	—	—	—	—	—		
	10	265	5690	313	4883	258	6684	326	9775	319	3921	333	6881	251	4188	259	—	—	—	—	—	—	—	—		
	2	305	7242	303	1332	289	2150	288	4180	275	3125	299	4307	294	2527	289	—	—	—	—	—	—	—	—		
	4	269	6342	284	4380	314	3940	278	4075	249	4865	299	4307	285	4618	250	—	—	—	—	—	—	—	—		
	6	2121	275	4224	(1652)	286	4911	(1722)	310	4589	(1378)	269	7000	(2630)	246	1531	(1615)	274	7059	(1087)	276	8036	(2221)	319		
	8	n=25	328	8106	n=25	279	3891	n=25	274	7328	n=25	309	8000	n=25	278	5854	n=25	262	4850	n=25	292	6144	n=25	278		
	10	303	4538	277	4521	284	3593	284	3593	276	5762	233	3011	233	3011	260	3838	242	3361	260	3838	242	3361	260	3838	
運 動	2	239	2458	295	5277	253	5890	283	6292	286	6470	270	4484	242	3361	306	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	4	n=262	228	3168	n=280	303	9424	n=270	260	5049	n=273	248	3052	n=268	260	2185	n=271	268	7195	n=260	285	6036	—	—		
	6	(2406)	277	5956	(1719)	260	6862	(2696)	284	4039	(2609)	313	3631	(2087)	293	8484	(1491)	260	5468	(1598)	272	2258	—	—		
	8	n=25	287	7099	n=25	280	2852	n=25	238	—	n=25	280	6200	n=25	234	512	n=25	299	7404	n=25	247	3578	—	—		
	10	281	7144	262	5041	315	7350	241	875	241	875	255	5533	257	676	256	3729	260	5108	—	—	—	—	—		
	2	293	7173	298	5542	241	3289	275	6070	259	3178	271	5673	271	5673	260	5108	271	5673	260	5108	—	—	—		
	4	n=276	293	8029	271	6367	310	5630	n=263	247	4915	n=255	252	3952	n=252	299	4529	n=252	299	4529	n=252	299	4529	n=252	299	
	6	(1454)	268	4058	(1443)	281	5964	(3200)	222	—	(1342)	270	6105	(2506)	259	4529	(3740)	202	3425	(1881)	219	2625	—	—		
	8	n=25	256	2288	n=25	277	5076	n=25	232	2629	n=25	277	4650	n=26	273	3541	n=25	267	4863	n=25	248	1838	—	—		
	10	272	8658	310	8368	280	2794	247	—	247	—	281	8411	281	8411	317	1455	268	4541	268	4541	268	4541	268	4541	
安 静 回 復	2	n=276	293	8029	271	6367	310	5630	n=263	247	4915	n=255	252	3952	n=252	299	4529	n=252	299	4529	n=252	299	4529	n=252	299	
	4	298	5336	297	7496	296	5330	296	5330	327	7764	287	6388	287	6388	255	1719	255	1719	255	1719	255	1719	255	1719	
	6	256	3824	286	8280	273	3765	303	5443	303	5443	257	4306	257	4306	316	3654	316	3654	316	3654	316	3654	316	3654	
	8	326	7100	313	6780	318	9220	240	3644	240	3644	282	5841	282	5841	251	4821	251	4821	251	4821	251	4821	251	4821	
	10	296	6724	309	4440	302	5523	304	5135	304	5135	323	2724	323	2724	272	2824	272	2824	272	2824	272	2824	272	2824	
	2	295	5756	287	5450	257	—	300	5284	331	4748	288	7727	288	7727	234	3857	234	3857	234	3857	234	3857	234	3857	
	4	257	2550	256	3213	328	1823	328	1823	356	—	274	8034	274	8034	283	8531	283	8531	283	8531	283	8531	283	8531	
	6	270	7650	285	4341	297	7342	313	6391	313	6391	279	6372	279	6372	283	8531	283	8531	283	8531	283	8531	283	8531	
	8	2366	285	1757	292	1757	296	2447	306	3250	306	3250	300	2917	300	2917	263	1786	263	1786	263	1786	263	1786	263	1786
	10	285	n=35	292	n=35	296	n=35	296	n=35	296	n=35	296	n=35	296	n=35	296	n=35	296	n=35	296	n=35	296	n=35	296	n=35	

225m/minについては、データ1個のため、平均値の平均と標準偏差を求めるためである。

( ) は標準偏差を示す

以上これまで5名の被験者につき30分間の歩行および走行運動中の選択反応時間は、歩行運動では被験者 K. O. を除く 50m/min で最も著明な短縮を示すことが明らかになった。走行運動では、運動中に短縮がみられるのに変りはないが、個人差が大きく150~200 m/min の範囲に最も短縮されるところがある。しかしながら、225m/min においては、5例中3例ほとんど短縮は示さず、残り2例においてもその短縮はその他の運動速度に比して最も短縮が小さいことが明らかとなった。

## 2) 60分間の歩行および走行運動における選択反応時間の変化

これまで30分という運動時間をさらに延長

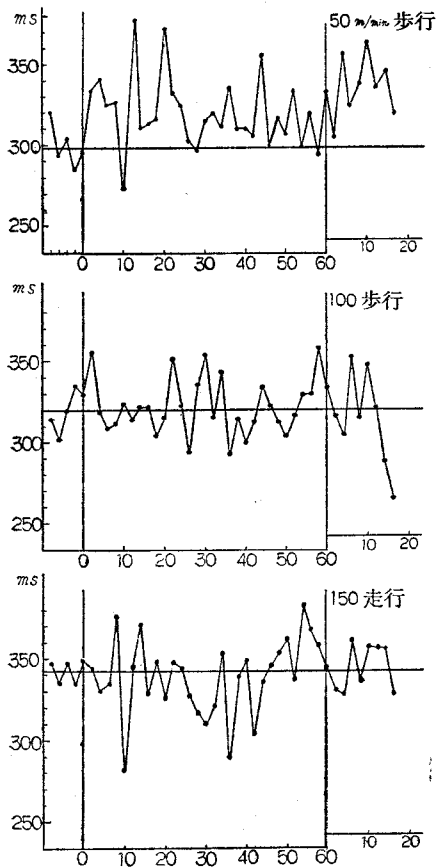


図9 被験者K. S.による歩行および走行運動中における選択反応時間の変化(図中の横線は運動前の安静時の平均値)

した60分間の持続運動中の選択反応時間の変化を以下に述べるごとく被験者5名中2名の個人例を中心に報告する。但し、この場合、いずれも50, 100m/min の歩行運動と150m/min で走行運動とを行わせたものである。

まず被験者K. S.における60分間の選択反応時間の変化を述べてみると、表6、図9に示したごとく、50m/min においては、運動当初からやや増加するかに見えるが、その水準は時間的経過に従って変化を示していない。運動を終えてからは僅かばかり延長の傾向を示している。

100m/min では、運動前の安静時水準に比して運動中ほとんど増減は示さず、時間的経過についても運動開始50分まで安静時水準を維持されたが、しかし50~60分の範囲では、

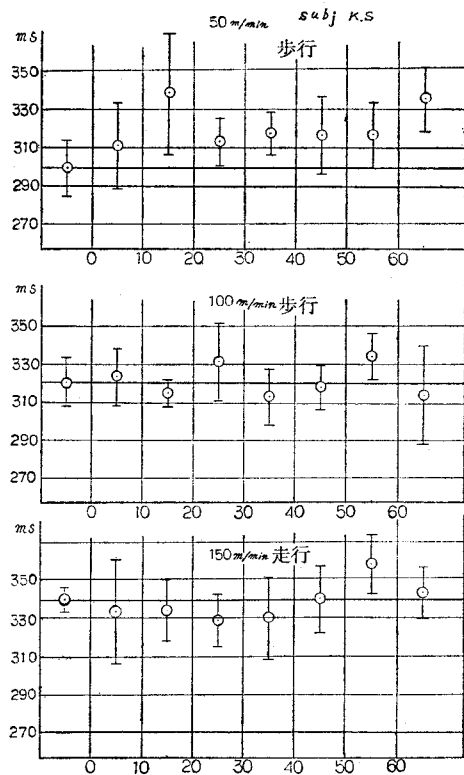


図10 被験者K. S.における歩行および走行運動における選択反応時間の時間的経過(10分ごとの平均値と標準偏差を示す)

運動と頭脳明晰度との関係 (2)

表6 被験者K. S. における60分間歩行および走行時のデータ、M. は5回測定値の平均、S. D. は標準偏差

速度		歩 行 運 動						走 行 運 動					
		50m/min			100m/min			150m/min					
		群の平均と標準偏差	M.	S. D.	群の平均と標準偏差	M.	S. D.	群の平均と標準偏差	M.	S. D.			
座 位 安 静	時間経過(分)												
	2		320	27.30		314	17.89		347	49.28			
	4		293	19.83		301	8.66		335	27.83			
	6		304	35.17		320	39.30		347	39.88			
	8		283	22.57		335	40.46		334	35.74			
	10		295	30.94		330	51.02		349	38.86			
			M	124.4		M	120.2		M	65.0			
			299	n=25		320	n=25		342	n=25			
	運 動	2		330	20.23		356	51.24		344	69.04		
		4	M=319 (23.90)	340	43.96	M=323 (17.17)	319	25.40	M=333 (30.61)	330	27.89		
6		n=25	325	58.54	n=25	308	18.10	n=25	334	57.19			
8			326	43.44		311	23.60		376	32.94			
10			272	22.69		323	44.57		281	17.39			
12			378	42.17		313	22.18		345	33.95			
14		M=338 (30.58)	310	23.18	M=315 (6.68)	322	17.17	M=344 (16.04)	371	68.09			
16		n=25	313	55.13	n=25	322	24.23	n=25	329	39.12			
18			317	50.03		304	34.65		347	66.90			
20			373	11.69		315	30.58		326	36.91			
22			332	20.76		351	19.68		347	29.42			
24		M=314 (13.39)	324	28.66	M=331 (22.35)	321	28.77	M=329 (14.51)	343	40.32			
26		n=25	302	23.21	n=25	293	33.40	n=25	327	56.82			
28			296	25.25		336	35.69		316	31.57			
30			316	34.59		354	18.27		310	53.24			
32			320	93.62		315	45.55		321	30.03			
34		M=318 (10.40)	311	49.74	M=313 (17.17)	343	29.71	M=330 (22.96)	353	46.48			
36		n=25	337	34.00	n=25	293	28.71	n=25	290	23.14			
38			310	44.15		314	38.68		338	22.97			
40			310	23.63		300	30.67		349	40.08			
42			306	27.18		313	33.28		305	28.00			
44		M=317 (20.15)	356	57.30	M=317 (10.51)	334	21.60	M=340 (19.59)	336	36.40			
46		n=25	300	17.90	n=25	323	27.77	n=25	345	51.04			
48			317	36.30		313	13.79		353	25.82			
50			307	14.02		303	16.82		362	74.17			
52			334	45.67		316	25.02		337	56.57			
54		M=316 (17.01)	299	46.95	M=333 (13.65)	330	29.44	M=358 (16.50)	383	30.85			
56		n=25	320	33.77	n=25	330	17.01	n=25	368	44.45			
58			293	8.66		358	36.87		358	34.77			
60		333	13.99		333	42.54		344	41.59				
安 静 回 復			M	21.94		M	17		M	23.06			
			320	n=150		322	n=150		339	n=150			
	2		304	57.32		316	45.55		331	39.84			
	4		357	62.04		304	31.76		320	36.73			
	6		325	91.19		353	7.96		361	45.27			
	8		338	46.58		315	23.37		336	33.23			
	10		363	61.68		348	24.07		357	62.56			
	12		336	26.93		321	28.62		356	53.86			
	14		346	39.08		288	32.51		356	43.77			
	16		320	44.10		266	45.45		328	43.09			
		M	18.29		M	26.95		M	15.02				
		336	n=80		314	n=80		344	n=80				

( ) は標準偏差を示す

運動前の安静時水準をやや上回った。運動後も直ちに運動前値に復しているがその後短縮の傾向にある。

150m/min では、運動開始40分まではやや短縮を示したが、50分以後では弱化的傾向が見られ、50～60分の範囲では、安静時水準よりやや延長の傾向がある。運動後は6、8分で運動前値に戻っている。以上被験者K. O. においては運動前の安静時水準に比して運動中の選択反応時の短縮が見られなかったわけであり、このことは前述の30分間運動においては全く遭遇しなかったことである。

図11、図12には被験者K. O. (表7) についてのもので既述の30分間の歩行および走行運動中の選択反応時間に続く、60分間を通してのものである。

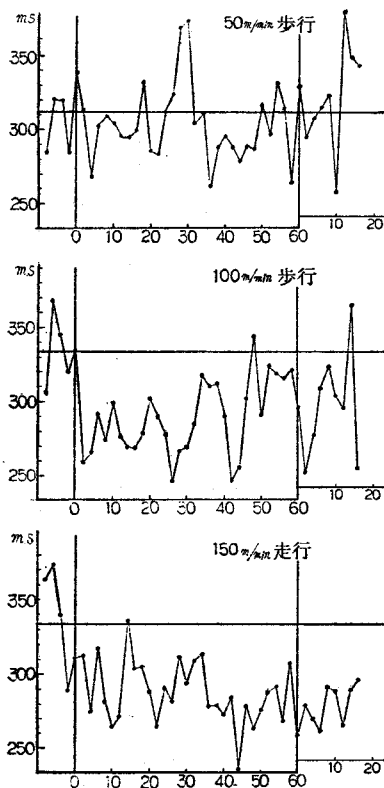


図11 被験者K. O. による歩行および走行運動中における選択反応時間の変化(図中の横線は運動前の安静時の平均値)

既述したように図4、図5と比較して見ると30分間までは、ほとんど同様の傾向が見られることがわかる。すなわち 50m/min ではあまり短縮を示さないが、100、150m/min では運動の時間的経過につれて短縮の傾向を示し、最後の30分で最も著明に短縮されることが明らかとなった。このことは、個人によって選択反応時間のパターンにステレオタイプがあるのではないかということを示唆するものであった。

30分以上60分間の持続運動中においては、表7に見られるように 50m/min では50分まで短縮を示したが、50分以上では短縮は認められなかった。

100m/min では30分を過ぎたころから短縮が弱まる傾向が見られる。

150m/min では60分まで短縮され特に40～50分の範囲では66ms も短縮を示した。運動後の安静回復時の平均水準は15分たっても戻

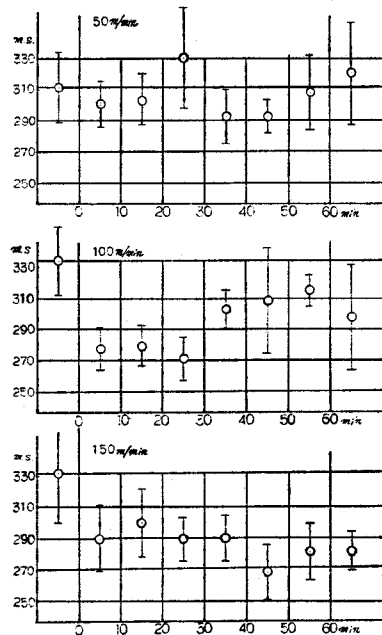


図12 被験者K. O. による歩行および走行運動中における選択反応時間の時間的経過(10分ごとの平均値と標準偏差を示す)



# 運動と頭脳明晰度との関係 (2)

表7 被験者K. O. における60分間歩行および走行時のデータ、M. は5回測定値の平均、S. D. は標準偏差

		歩 行 運 動						走 行 運 動		
速度		50m/min			100m/min			150m/min		
時間経過 (分)		群の平均と 標準偏差	M.	S. D.	群の平均と 標準偏差	M.	S. D.	群の平均と 標準偏差	M.	S. D.
座 位 安 静	2		285	20.87		306	58.01		363	46.70
	4		321	48.00		367	21.83		373	58.81
	6		320	23.26		345	40.30		331	9.79
	8		284	30.30		320	73.21		289	33.74
	10		347	41.45		334	38.14		310	19.54
			M	24.00		M	20.33		M	31.52
運 動			311	n=25		334	n=25		333	n=25
	2		315	65.36		259	44.35		312	99.52
	4	M=300	268	23.73	M=277	265	32.29	M=290	275	30.34
	6	(16.46)	303	36.16	(14.92)	291	30.75	(20.87)	317	40.09
	8	n=25	309	58.24	n=25	271	25.40	n=25	282	27.51
	10		304	53.38		298	78.78		264	27.92
	12		295	29.26		276	44.03		271	125.8
	14	M=303	295	25.10	M=279	269	42.06	M=301	336	51.85
	16	(18.64)	298	24.88	(11.96)	268	25.33	(21.51)	303	38.82
	18	n=25	339	32.27	n=25	280	35.44	n=25	305	76.24
	20		286	64.64		301	15.52		288	39.00
	22		283	60.39		290	44.90		265	20.91
	24	M=333	312	40.08	M=272	278	35.95	M=289	290	37.77
	26	(33.52)	332	39.69	(14.90)	216	32.13	(14.97)	283	16.38
	28	n=25	367	71.00	n=25	267	61.47	n=25	311	33.51
	30		372	20.94		279	39.83		294	17.23
	32		305	34.65		285	53.31		307	31.23
	34	M=292	311	40.85	M=303	318	13.78	M=290	313	83.90
	36	(16.76)	263	30.10	(13.02)	310	39.27	(16.42)	279	23.08
	38	n=25	287	24.19	n=25	312	29.14	n=25	279	14.10
	40		295	69.50		290	21.02		273	30.66
	42		288	32.19		347	35.07		284	28.33
	44	M=292	279	56.19	M=308	256	31.52	M=267	236	25.89
	46	(13.11)	289	16.49	(34.62)	302	37.34	(16.97)	277	34.41
	48	n=25	287	47.47	n=25	346	44.31	n=25	264	21.58
	50		317	14.74		291	42.34		276	26.25
	52		296	48.70		321	37.01		287	32.30
	54	M=307	332	42.31	M=315	319	42.97	M=282	292	21.59
	56	(24.67)	314	25.03	(10.07)	316	43.93	(17.61)	267	24.79
	58	n=25	265	19.17	n=25	322	57.33	n=25	307	24.04
	60		329	83.08		296	27.10		258	27.88
安 静 回 復			M	26.10		M	25.10		M	20.44
			304	n=150		293	n=150		287	n=150
	2		295	35.81		253	15.83		279	—
	4		308	47.69		277	16.72		269	15.09
	6		314	35.34		310	86.77		262	31.74
	8		323	39.50		324	71.01		292	74.81
	10		258	22.47		303	20.39		289	20.73
	2		377	21.28		296	35.41		265	52.53
	4		349	58.06		365	57.43		289	29.28
	6		343	13.92		255	24.13		296	28.72
			M	34.04		M	34.44		M	12.41
			321	n=40		298	n=40		283	n=40

( ) は標準偏差を示す

円 田 善 英

表 8 被験者 S. O. における 60 分間歩行および走行時のデータ、M. は 5 回測定値の平均、S. D. は標準偏差

		歩 行 運 動						走 行 運 動		
速度	50m/min			100m/min			150m/min			
	時間経過(分)	群の平均と標準偏差	M.	S. D.	群の平均と標準偏差	M.	S. D.	群の平均と標準偏差	M.	S. D.
座 位 安 静	2		314	14.95		304	18.70		326	28.22
	4		336	32.31		318	42.83		309	32.04
	6		356	26.66		321	36.66		361	93.94
	8		356	38.50		309	34.63		325	20.06
	10		322	37.40		299	12.17		322	32.60
			M	17.19		M	82.8		M	173.0
			33.7	n=25		31.0	n=25		32.9	n=25
運 動	2		332	35.79		311	22.76		328	54.25
	4	M=320	326	16.01	M=312	311	41.33	M=327	313	26.76
	6	(7.30)	317	24.19	(3.35)	317	28.30	(11.53)	344	35.43
	8	n=25	307	10.42	n=25	307	40.79	n=25	333	20.90
	10		327	30.97		314	9.91		315	24.11
	12		331	67.54		319	32.77		295	24.60
	14	M=320	318	16.02	M=333	335	14.46	M=325	309	24.81
	16	(8.46)	308	24.69	(13.08)	317	45.21	(21.79)	324	37.64
	18	n=25	328	30.13	n=25	349	44.44	n=25	341	47.25
	20		315	15.58		345	47.17		356	47.88
	22		342	17.74		321	57.01		298	24.98
	24	M=339	330	17.30	M=314	303	28.62	M=314	310	17.34
	26	(11.55)	351	82.8	(11.43)	310	20.86	(9.70)	319	40.94
	28	n=25	322	12.12	n=25	302	31.64	n=25	316	24.93
	30		351	11.87		332	17.29		327	41.50
	32		375	31.97		334	28.07		311	28.15
	34	M=348	358	23.87	M=341	368	32.50	M=326	352	57.82
	36	(21.34)	321	25.54	(17.45)	326	41.45	(11.47)	318	31.57
	38	n=25	360	66.08	n=25	355	13.52	n=25	334	74.39
	40		324	49.01		323	25.66		313	21.40
	42		323	22.57		320	18.49		327	25.48
44	M=355	345	34.72	M=320	329	16.70	M=332	317	44.27	
46	(19.68)	365	36.17	(4.87)	318	15.91	(23.50)	313	17.08	
48	n=25	381	54.15	n=25	317	23.14	n=25	378	51.32	
0		361	32.72		315	29.68		326	20.51	
動	52		370	36.27		344	75.75		316	32.31
	54	M=334	334	13.48	M=324	302	15.91	M=337	334	32.27
	56	(23.13)	327	33.92	(14.21)	321	33.28	(18.67)	319	20.45
	58	n=25	298	18.01	n=25	333	22.42	n=25	360	29.27
	60		340	13.87		318	41.88		358	28.18
			M	20.93		M	16.20		M	20.60
			33.6	n=150		32.3	n=150		32.6	n=150
	2		362	40.31		322	27.19		388	63.94
	4		365	20.13		362	46.95		335	27.81
	6		366	22.28		336	46.13		352	21.25
安 静 回 復	8		377	44.76		322	40.31		331	39.66
	10		392	38.22		273	29.80		355	63.64
	12		368	39.84		299	29.16		326	28.60
	14		334	32.76		333	10.63		357	56.91
	16		369	23.04		296	62.81		337	31.30
			M	15.20		M	25.95		M	19.81
			36.7	n=40		31.8	n=40		34.7	n=40

( ) は標準偏差を示す

運動と頭脳明晰度との関係 (2)

表9 被験者T. O. における60分間歩行および走行時のデータ、M. は5回測定値、S. D. は標準偏差

速度	歩 行 運 動						走 行 運 動			
	50m/min			100m/min			150m/min			
	時間経過 (分)	群の平均と 標準偏差	M.	S. D.	群の平均と 標準偏差	M.	S. D.	群の平均と 標準偏差	M.	S. D.
座 位 安 静	2		315	43.81		270	31.71		277	13.98
	4		282	21.82		296	41.95		257	30.47
	6		290	21.07		304	35.92		277	44.54
	8		274	48.03		269	31.77		268	39.97
	10		321	44.37		297	46.34		275	53.80
			$\bar{M}$	18.45		$\bar{M}$	14.72		$\bar{M}$	7.65
			296	n=25		287	n=25		271	n=25
	2		291	11.01		262	7.07		255	16.80
	4	$\bar{M}=304$	331	23.67	$\bar{M}=252$	245	23.44	$\bar{M}=241$	235	20.66
	6	(25.07)	337	41.83	(17.73)	232	14.46	(8.63)	230	15.37
運 動	8	n=25	273	20.11	n=25	284	29.94	n=25	239	21.35
	10		290	42.92		264	11.58		245	23.10
	12		266	28.87		261	25.57		234	5.91
	14	$\bar{M}=297$	280	21.61	$\bar{M}=250$	241	10.91	$\bar{M}=274$	263	42.37
	16	(28.52)	345	6.71	(6.81)	252	26.73	(22.86)	288	29.16
	18	n=25	382	39.96	n=25	251	36.11	n=25	295	42.67
	20		311	29.43		215	7.14		290	32.31
	22		257	25.38		239	30.32		306	26.35
	24	$\bar{M}=273$	280	23.21	$\bar{M}=251$	249	26.88	$\bar{M}=306$	301	32.73
	26	(18.96)	277	36.51	(10.61)	240	37.21	(5.38)	302	55.6
	28	n=25	219	32.82		210	31.21	n=25	316	46.50
	30		303	51.39		267	27.92		304	16.20
	32		313	10.60		268	22.20		271	49.12
	34	$\bar{M}=289$	286	19.61	$\bar{M}=252$	256	29.22	$\bar{M}=271$	272	19.31
	36	(12.82)	291	31.81	(10.71)	238	10.96	(5.08)	269	25.17
	38	n=25	281	31.91	n=25	255	17.49	n=25	273	23.11
	40		276	37.75		242	26.17		284	33.51
	42		285	13.56		232	11.31		317	16.13
	44	$\bar{M}=294$	296	34.16	$\bar{M}=250$	249	15.82	$\bar{M}=286$	273	31.37
	46	(7.45)	287	56.13	(9.44)	252	32.92	(18.61)	298	34.61
	48	n=25	306	30.57	n=25	259	32.63	n=25	273	33.59
	50		294	14.01		256	17.63		269	36.80
	52		299	17.85		261	17.14		253	40.16
	54	$\bar{M}=319$	314	49.48	$\bar{M}=277$	266	25.98	$\bar{M}=271$	257	18.90
	56	(19.42)	343	45.26	(12.45)	275	33.43	(13.37)	274	20.51
	58	n=25	299	28.73	n=25	290	16.65	n=25	284	22.54
	60		341	35.18		292	55.58		285	28.05
			$\bar{M}$	24.42		$\bar{M}$	15.21		$\bar{M}$	23.93
			296	n=150		256	n=150		275	n=150
安 静 回 復	2		313	68.65		258	36.97		281	23.97
	4		292	43.11		249	18.79		207	17.26
	6		280	31.68		290	42.93		304	53.24
	8		284	38.74		292	33.09		298	63.85
	10		308	23.47		307	61.51		264	36.43
	12		280	38.10		274	20.84		284	57.75
	14		298	19.40		260	24.67		237	31.98
	16		277	20.40		288	41.20		266	27.79
			$\bar{M}$	12.79		$\bar{M}$	18.90		$\bar{M}$	22.21
			292	n=40		277	n=40		280	n=40

( ) は標準偏差を示す

円 田 善 英

表 10 被験者 K, T. における 60 分間歩行および走行時のデータ、M. は 5 回測定値、S. D. は標準偏差

		歩 行 運 動						走 行 運 動					
		50m/min			100m/min			150m/min					
		速度	群の平均と標準偏差	M.	S. D.	群の平均と標準偏差	M.	S. D.	群の平均と標準偏差	M.	S. D.		
座 位 安 静	時間経過(分)												
	2		331	25.14		311	49.42		298	34.04			
	4		320	47.99		285	31.38		279	48.59			
	6		281	42.80		267	54.13		314	9.93			
	8		279	32.79		314	91.73		292	34.66			
	10		331	90.45		274	45.30		330	32.66			
			M	235.4		M	191.1		M	177.3			
			308	n=25		290	n=25		303	n=25			
	運 動	2		259	25.31		332	90.14		292	25.38		
		4	M=281	298	17.52	M=292	303	87.53	M=294	295	11.36		
6		(19.15)	305	9.83	(24.80)	289	31.53	(14.29)	282	40.54			
8		n=25	259	22.16	n=25	281	47.50	n=25	282	23.67			
10			282	35.4		257	15.82		321	23.27			
12			288	33.16		277	40.80		307	46.78			
14		M=290	277	32.06	M=289	281	35.66	M=299	310	37.45			
16		(11.92)	305	12.32	(12.63)	296	38.93	(9.74)	284	28.48			
18		n=25	303	41.13	n=25	310	38.28	n=25	303	35.41			
20			278	36.97		279	35.77		292	31.50			
22			288	31.76		305	56.29		323	20.81			
24		M=289	279	37.99	M=307	309	30.37	M=311	348	41.44			
26		(18.49)	265	44.17	(29.79)	350	48.19	(22.62)	303	32.51			
28		n=25	321	18.89	n=25	316	46.59	n=25	281	25.16			
30			291	34.86		257	35.77		302	29.22			
32			299	69.48		262	29.45		273	19.49			
34		M=307	386	28.03	M=299	323	46.61	M=284	316	21.34			
36		(40.16)	287	34.54	(20.57)	294	25.43	(18.19)	281	22.28			
38		n=25	283	18.31	n=25	304	29.10	n=25	288	41.24			
40			279	22.14		310	57.87		262	23.48			
42			300	28.83		293	39.54		289	37.26			
44		M=296	294	27.68	M=305	314	19.29	M=291	296	29.03			
46		(3.35)	300	39.39	(12.51)	291	18.85	(12.21)	280	27.88			
48		n=25	292	14.05	n=25	304	19.72	n=25	311	46.56			
50			294	23.82		324	68.04		277	34.56			
52			296	38.46		288	28.69		326	48.50			
54		M=295	277	27.78	M=299	295	75.46	M=304	290	28.65			
56		(11.71)	314	15.34	(10.05)	307	29.65	(13.91)	308	55.76			
58		n=25	295	48.85	n=25	292	45.64	n=25	308	49.61			
60		295	44.31		315	27.96		288	19.10				
安 静 回 復			M	223.4		M	208.3		M	180.8			
			293	n=150		299	n=150		297	n=150			
	2		265	20.86		266	37.10		286	22.69			
	4		295	26.48		281	61.57		327	45.81			
	6		265	37.70		309	24.02		343	56.64			
	8		280	40.89		386	35.19		337	24.73			
	10		274	53.19		301	36.81		317	28.55			
	12		286	37.19		300	58.42		379	33.83			
	14		333	25.47		290	40.45		341	41.97			
	16		261	29.94		292	37.67		306	40.73			
			M	220.0		M	336.9		M	260.5			
			282	n=40		303	n=40		330	n=40			

( ) は標準偏差を示す

## 運動と頭脳明晰度との関係 (2)

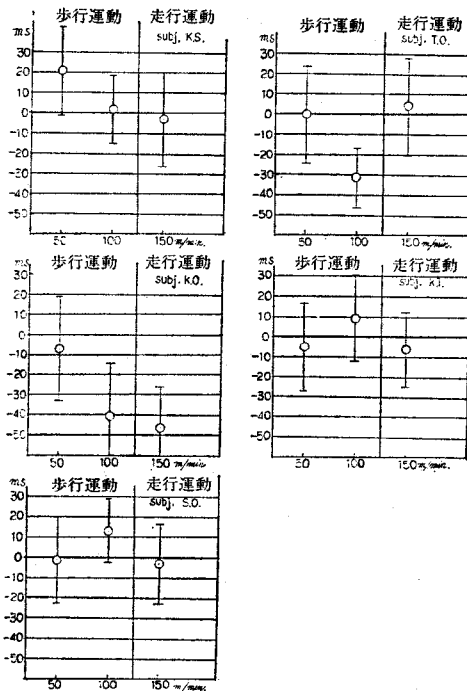


図13 60分間運動における各種運動速度(横軸, m/min)と選択反応時間(縦軸 ms)の変化の関係(安静時の値を基準にして短縮を負値で示す)

らなかった。

図13は60分間運動における各種運動速度を横軸にと選択反応時間の変化の関係を示したものである。

被験者K. S.は、図13、表6を見てもわかるように、60分間の運動中に全く短縮は認められない、むしろ50m/minでは運動前の安静時水準に比して運動中の平均では21msの増加を示した。

被験者K. S.(表7)は、運動速度の増大につれて短縮を示した。特に150m/minでは著明な短縮を示し運動前安静時水準に比して46msも短縮を示した。

被験者S. O.(表8)では、運動中ほとんど短縮は認められず、むしろ100m/minでは13msの増加を示した。

被験者T. O.(表9)では、100m/minで

31msの短縮を示したが、50, 150m/minでは短縮は認められなかった。

被験者K. T.(表10)では、いずれの運動においても短縮を示さなかった。

以上これまでの60分間における選択反応時間の変化について明らかになったのは、運動開始30分以上経過したところから短縮に弱化的みられる者が現われ、50~60分の範囲では運動前の安静値平均水準より増加を示す場合も見られたことである。

## IV 考 察

著者は一体どのような運動を行なうことによって、頭脳をより明晰にさせることができるかを明らかにするために、日常生活の場面での歩行および走行時における頭脳明晰度の問題を研究の出発点としてきた。

頭脳明晰の程度を量的に把握する試みとして、大脳の活動水準に焦点をあて歩行および走行運動の速度や時間経過によって、大脳の活動水準にどのような影響を受けるかを、フリッカー値によって検討してきたが、本研究ではそれにつづき選択反応時間を指標としてとりあげた。

1. 本実験における各種運動の速度と選択反応時間の関係では、既に図8でもみてきたように、各個人によって運動中の選択反応時間が短縮される程度が異なり、個人差の大きいことを示した。しかしいづれの運動速度においても、運動前の安静時水準に比べて運動中に選択反応時間の短縮がみられた。これは、運動により末梢筋群からの求心性インパレス量の影響によって、大脳の活動水準を亢進させたものと考えられる。また図8でも明らかのように、50m/minの歩行運動で、最も選択反応時間の短縮を示した。しかし必ずしも運動速度の増加につれて短縮されるという関係はみられなかった。

ところでこの選択反応時間にくらべて既に報告したフリッカー値では、むしろ運動速度の増加につれてフリッカー値が上昇を示し、150m/min の走行運動において最高値を示した。これは、選択反応時間よりもフリッカー値の方がより末梢筋群からのインパルス量の影響を、より大きく反映したものと思われる。

このようにフリッカー値の上昇に比べて選択反応時間が運動速度につれて必ずしも短縮されないのは、筋活動に参加する運動単位の数および運動単位のインパルスの頻度の増加によって脳の活動水準が亢進するという必要条件に、これらの末梢筋群からの求心性インパルス量を脳で調節する抑制系の作用によって脳の活動水準が決定される、十分条件を考えることができる。すなわち選択反応時間に現われた成績 (Performance) は、フリッカー値よりも脳の抑制系の作用がより大きく反映されたものと思われる。これは Magoun や Mohuzzi の網様体調節系が関与していると推察され、大脳皮質と網様体との閉鎖回路としての自己調節系が働いているものと考えられる<sup>8)</sup>。

本実験での最大の運動負荷である 225m/min の走行運動では、ほとんど選択反応時間の短縮がみられず、フリッカー値を指標とした実験でも同様の結果を示したことからも脳の自己調節系の抑制作用によるものと考えることができよう。

したがって、図7の225m/minにおける走行運動のオールアウトにみられるように運動の負荷が強すぎると、これまで脳の活動水準を維持していた脳の興奮と抑制の平衡性がうちやぶられ、抑制過程が優位に作用したために、脳の活動水準を低下させたものと考えることができる。故に走行運動の225m/min 前後を範囲として、求心性インパルスによる作用を質的に変えさせる転換点があるように思われる。

2. 各種運動速度における大脳活動を運動の時間軸からみると、30分までは図3、図5に見られるように走行運動の225m/minを除くその他の運動は、時間的経過にしたがって選択反応時間が短縮されることが明らかになった。したがってこれは大脳の活動水準の上昇を示唆するものである。

この場合注目すべきことは、歩行および走行運動はつねに一定であるにもかかわらず、時間的経過に伴って大脳の活動水準が高まるということである。このことは末梢筋群、特に筋紡錘の興奮性の亢進とともに、求心性インパルスが、大脳皮質の知覚領ないし運動領の活動水準を高めているように思われる。また選択反応時間の測定を継続にすることによって大脳に自己刺激が発生し大脳活動を亢進させたとも考えることができよう。したがってこの程度の運動刺激時間では、大脳に抑制をおこさせるのではなく、むしろ興奮過程が優位に作用して大脳の活動水準を高めたと考えられる。しかし225m/minの走行運動のように質的転換をおこすほどの運動負荷では、大脳に保護抑制が生じるために大脳の活動水準を維持することができず、運動開始10~20分もすると活動水準の低下がみられるものと思われる。

3. これまでの30分間の運動をさらに延長した60分間の運動では、50, 100m/minの歩行運動と150m/minの走行運動を行なわせた。

またこの場合注目されるのは、フリッカー値からみると60分間まで上昇の傾向を示したにもかかわらず選択反応時間では、運動開始40分程度まで短縮の傾向が見られるが、それ以後の40~60分を範囲に増加の傾向を示す者がみられた。したがってこの範囲において運動前の安静水準より増加を示すものは、50m/minでは5例中3例、また100m/minでも5例中3例、さらに150m/minにおいても5例中3例であった。このことは大脳の活動水

## 運動と頭脳明晰度との関係 (2)

準の維持機能が運動開始40分程度を界として、これまで大脳の活動水準を高めていた作用が40分を過ぎたところから質的転換を生じさせたものと考えられ、これは大脳における興奮過程の強さに関係しているものと思われる。すなわち大脳に保護抑制がおこりはじめたために、大脳の活動水準を相対的に低下させたものと考えることができるよう。こうしたことから運動時間40~50分を範囲として大脳活動の質を変えさせる転換点があるものと思われる。

### V 要 約

著者は先の報告でフリッカーを指標として各種運動における運動の時間と強度の関係を大脳の興奮水準によって頭脳明晰度をみてきた。

本実験では同様の研究を選択反応時間を指標として大脳活動水準を考え、これをもとにして頭脳明晰度を明らかにしようというものである。

著者は第一報に続き30分間の運動を水平位のトレッドミル上において、50, 75, 100, 125m/min で歩行運動を、150, 175, 200, 225m/min で走行運動を行なわせた。

本研究ではさらに60分間の運動では、50, 100m/min で歩行を、150m/min で走行を行なわせた。

選択反応時間の測定にあたっては、光刺激は4~6秒おきに1分間に12回与え、このうち5回を有効刺激とし、1分間休憩して再び刺激が与えられるという様式で運動の前、中、後を通して提示された。

運動前後の測定は、歩行および走行動作を行なった場所において、休息椅座位姿勢にて行ない、運動前の10分間と運動終了後15分まで測定を継続した。

被験者はいずれも5名であり20~26才の青

年である。測定結果の主なものは次の通りである。

1. 30分間の歩行および走行運動における選択反応時間は、いずれの運動速度においても運動前の安静時水準に比して短縮を示した。しかし225m/min の走行運動においては、ほとんど短縮を示さなかった。

運動の時間的経過と選択反応時間の関係では、時間の経過にしたがって短縮を示し、運動開始20~30分の間に著明な短縮を示した。

2. 60分間の歩行および走行運動での選択反応時間は、平均的に言って運動開始40分程度まで短縮の傾向を示すが、それ以後40~60分間の範囲では短縮が弱められた。またこのことは、いずれの運動においても5例中3例は運動前の安静時水準に比して増加を示した。

3. 運動後は30分間の運動より60分間の場合が安静回復がおくれる。

4. 本研究では歩行および走行運動の225m/min を除くいずれの運動についても選択反応時間が短縮されることが明らかとなり、それは運動を40分間継続させても変らなかった。しかし40分以上運動を持続すると安静時水準より増加する例がみられた。

この原因は運動によって末梢筋群などからの求心性インパルスの要因が作用し、大脳の活動水準を変化させたものと考えられる。

以上のことから運動の強度においては、225m/min、運動時間においては、40分以降に大脳の機能を質的に変える転換点があるように思われる。

本論文の作成にあたり体育研究所長、松岡脩吉教授をはじめ、体育心理学研究室、長田一臣教授、東京理科大学、正木健雄教授の御指導を受けたことを深謝申し上げます。

実験にあたって、心よく協力下さった体育研究所所員の方々に深く感謝致します。

円 田 善 英

文 献

- 1) 円田善英：運動と頭脳明晰との関係(1)～  
運動中におけるフリッカー融合閾値の変動～，  
日本大育大学，紀要2号，19—28 1971
- 2) 松下文一：反応時による大脳機能の研究，  
成医学雑誌，65巻1号 10—28 1950
- 3) 渡辺俊男他：反応時の研究 体育学研究 12  
巻1号 1967
- 4) 高桑榮松他：疲労研究と集中維持機能（T  
A F）～特に監視作業について，労働衛生4  
巻9号，32—96 1963
- 5) 猪飼道夫，石井喜八：筋力の生理的限界と  
心理的限界の筋電図学的研究，体育学研究5  
巻4号，154—165 1961
- 6) Pavlov, I. P.: Dover Publications, INC.  
New York, 1926
- 7) Рудик, П. А.; Психология, Издате-  
льство “Физкультура И Спорт” Москва,  
1964
- 8) 時実利彦編集：生理学大系V 脳の生理学  
427—431 1967



ON THE RELATION OF MUSCULAR ACTIVITY AND BRAIN CLERNESS (2)  
: CHANGING OF CHOICE REACTION TIME DURING EXERCISE

by  
Yoshihide Enda

In the previous report the author showed that the brain clearness, as expressed by the excitatory level of the brain or by the flicker fusion frequency, becomes augmented by the exercise respect to its intensity and the time from its start. In the present report the results of the similar study are presented, in which the brain clearness is expressed by the alertness involving cortical activities, i. e., by the length of the choice reaction time.

In one series of the experiment the author made the subjects walk on a horizontal treadmill for 30 minutes at the speed of 50m, 75m, 100m, and 125m per minute and at 150m, 200m, and 225m per minute. And in another series the subjects walked for 60 minutes at the speed of 50m and 100m per minute and ran at 150m per minute.

The measurement of the choice reaction time was performed in such a manner that signals were given at intervals of 4-6 seconds per minute, i. e., at a mean rate of 12 signals in a minute including five effective ones to which the subject ought to respond. The choice reaction time was measured at two minutes' intervals, i. e., periods for one minute being inserted during which no signals were given, after every one minute for measurement.

Before the exercise the subject rested in sitting posture for 10 minutes. The exercise, i. e., walking or running on a treadmill, lasted for 30 or 60 minutes. For 15 minutes just after the exercise the measurement was done in a similar manner as was done before the exercise.

The number of subjects was five, all of them being male and 19-27 years old.

The results are as follows.

Exercise for 30 minutes: While walking or running on a treadmill, the choice reaction time was shortened as compared with that at rest before the exercise but while running at 225m per minute it was not shortened. As the exercise time passes, the choice reaction time became appreciably shortened, especially in 20-30 minutes from the start.

Exercise for 60 minutes: In these cases, on an average, it was revealed that till 40 minutes from the start the choice reaction time tended to become shorter in 40-60 minutes from the start but after that this shortening became less marked. In every exercise, 3 in 5 cases, it tended to be longer than the resting value.

As to the choice reaction time, after both walking and running, it recovered early to the resting value in a case of 30 minute exercise than in 60 minutes.

From this study it was revealed that both walking and running exercise, except

225m per minute, the choice reaction time was shortened till 40 minute from the start but after that it in some cases tending to be longer than the resting value.

From these results it is expected that, by the exercise, central impulse from the peripheral muscles or the factor of body fluid come to change and have influence on the brain. And in this influence, there is the turning point of quality, as to exercise intensity 225m per minute and as to exercise time after 40 minutes.